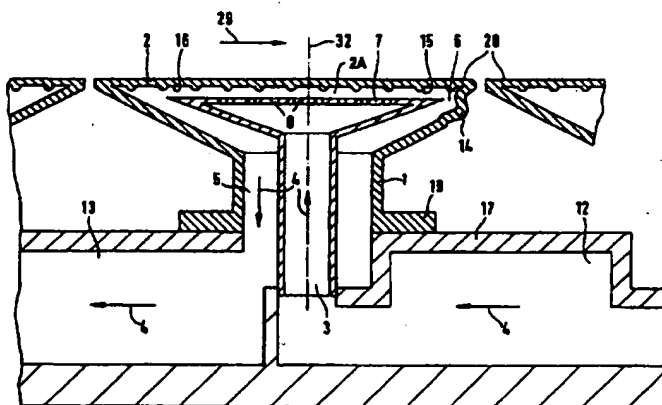



 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : F23B 3/00		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/13645
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. April 1998 (02.04.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02168		(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 24. September 1997 (24.09.97)			
(30) Prioritätsdaten: 196 39 630.1 26. September 1996 (26.09.96) DE 196 39 694.8 26. September 1996 (26.09.96) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).			
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GROSS, Heinz-Jürgen [DE/DE]; Karlsruher Strasse 94/96, D-45478 Mülheim (DE). SCHULTEN, Wilhelm [DE/DE]; Hinter der Kirche 27, D-47058 Duisburg (DE).			

(54) Title: THERMAL SHIELD COMPONENT WITH COOLING FLUID RECIRCULATION AND HEAT SHIELD ARRANGEMENT FOR A COMPONENT CIRCULATING HOT GAS

(54) Bezeichnung: HITZESCHILDKOMPONENTE MIT KÜHLFLUIDRÜCKFÜHRUNG UND HITZESCHILDANORDNUNG FÜR EINE HEISSGASFÜHRENDE KOMPONENTE



(57) Abstract

The invention relates to a heat shield component (1) with cooling fluid recirculation comprising a hot gas wall (22) to be cooled, an inlet duct (3) for the cooling fluid (4) and an outlet duct for the cooling fluid (4), wherein the inlet duct (3) is directed towards the hot gas wall (22) and extends in the direction of the hot gas wall (22). The invention also relates to a heat shield arrangement (20) which lines a component circulating hot gas (11), especially a combustion chamber (11) of a gas turbine installation (10) and presents a plurality of heat shield components (1) with cooling fluid recirculation.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Hitzeschildkomponente (1) mit Kühlfluidrückführung mit einer zu kühlenden Heißgaswand (2), einem Einlaßkanal (3) für Kühlfluid (4) und einem Auslaßkanal (5) für das Kühlfluid (4), wobei der Einlaßkanal (3) zur Heißgaswand (2) hin gerichtet ist und sich in Richtung zur Heißgaswand (2) erweitert. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Hitzeschildanordnung (20), die eine heißgasführende Komponente (11), insbesondere eine Brennkammer (11) einer Gasturbinenanlage (10) auskleidet und eine Mehrzahl von Hitzeschildkomponenten (1) mit Kühlfluidrückführung aufweist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Hitzeschildkomponente mit Kühlfluidrückführung und Hitzeschildanordnung für eine heißgasführende Komponente

5

Die Erfindung betrifft eine Hitzeschildkomponente mit einer zu kühlenden Heißgaswand sowie eine Hitzeschildanordnung, die eine heißgasführende Komponente, insbesondere eine Brennkammer einer Gasturbinenanlage auskleidet, und eine Mehrzahl von Hitzeschildkomponenten aufweist.

In der EP 0 224 817 B1 ist eine Hitzeschildanordnung, insbesondere für Strukturteile von Gasturbinenanlagen, beschrieben. Die Hitzeschildanordnung dient dem Schutz einer Tragstruktur gegenüber einem heißen Fluid, insbesondere zum Schutz einer Heißgaskanalwand bei Gasturbinenanlagen. Die Hitzeschildanordnung weist eine Innenauskleidung aus hitzebeständigem Material auf, welche flächendeckend zusammengesetzt ist aus an der Tragstruktur verankerten Hitzeschild-Elementen. Diese Hitzeschild-Elemente sind unter Belassung von Spalten zur Durchströmung von Kühlfluid nebeneinander angeordnet und wärmebeweglich. Jedes dieser Hitzeschild-Elemente weist nach Art eines Pilzes einen Hutteil und einen Schaftteil auf. Der Hutteil ist ein ebener oder räumlicher, polygonaler Plattenkörper mit geraden oder gekrümmten Berandungslinien. Der Schaftteil verbindet den Zentralbereich des Plattenkörpers mit der Tragstruktur. Der Hutteil hat vorzugsweise eine Dreiecksform, wodurch durch identische Hutteile eine Innenauskleidung nahezu beliebiger Geometrie herstellbar ist. Die Hutteile sowie gegebenenfalls sonstige Teile der Hitzeschild-Elemente bestehen aus einem hochwarmfesten Werkstoff, insbesondere einem Stahl. Die Tragstruktur weist Bohrungen auf, durch welche ein Kühlfluid, insbesondere Luft, in einen Zwischenraum zwischen Hutteil und Tragstruktur einströmen kann und von dort durch die Spalte zur Durchströmung des Kühlfluids in einen von den Hitzeschild-Elementen umgebenen Raumbereich, beispielsweise eine Brennkammer einer Gasturbi-

nenanlage, einströmen kann. Diese Kühlfluidströmung vermindert das Eindringen von heißem Gas in den Zwischenraum.

5 In der US-PS 5,216,886 ist eine metallische Auskleidung für eine Verbrennungskammer beschrieben. Diese Auskleidung besteht aus einer Vielzahl nebeneinander angeordneter würfelförmiger Hohlbauteile (Zellen), die an einer gemeinsamen Metallplatte befestigt sind. Die gemeinsame Metallplatte weist
10 jeweils jeder würfelförmigen Zelle zugeordnet eine Öffnung zur Einströmung von Kühlfluid auf. Die würfelförmigen Zellen sind jeweils unter Belassung eines Spaltes nebeneinander angeordnet. Sie enthalten an jeder Seitenwand in der Nähe der gemeinsamen Metallplatte eine jeweilige Öffnung zum Ausströmen von Kühlfluid. Das Kühlfluid gelangt mithin in die Spalte
15 zwischen benachbarte würfelförmige Zellen, strömt durch diese Spalte hindurch und bildet an einer einem Heißgas aussetzbaren parallel der metallischen Platte gerichteten Oberfläche der Zellen einen Kühlfilm aus. Bei dem in der US-PS 5,216,886 beschriebenen Aufbau einer Wandstruktur wird ein offenes
20 Kühlsystem definiert, bei dem Kühlluft über eine Wandstruktur durch die Zellen hindurch in das Innere der Brennkammer hineingelangt. Die Kühlluft ist mithin für weitere Kühlzwecke verloren.

25 In der DE 35 42 532 A1 ist eine Wand, insbesondere für Gasturbinenanlagen, beschrieben, die Kühlfluidkanäle aufweist. Die Wand ist vorzugsweise bei Gasturbinenanlagen zwischen einem Heißraum und einem Kühlfluidraum angeordnet. Sie ist aus einzelnen Wandelementen zusammengefügt, wobei jedes der Wand-
30 elemente ein aus hochwarmfestem Material gefertigter Plattenkörper ist. Jeder Plattenkörper weist über seine Grundfläche verteilte, einander parallele Kühlkanäle auf, die an einem Ende mit dem Kühlfluidraum und an dem anderen Ende mit dem Heißraum kommunizieren. Das in den Heißraum einströmende,
35 durch die Kühlfluidkanäle geführte Kühlfluid bildet auf der dem Heißraum zugewandten Oberfläche des Wandelementes und/oder benachbarter Wandelemente einen Kühlfluidfilm.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Hitzeschildkomponente, die mit Kühlfluid kühlbar ist, sowie eine Hitzeschildanordnung mit Hitzeschildkomponenten anzugeben, so daß bei einer Kühlung einer Hitzeschildkomponente allenfalls ein geringer Verlust an Kühlfluid und/oder ein geringer Druckverlust auftritt.

Erfindungsgemäß wird die auf eine Hitzeschildkomponente gerichtete Aufgabe durch eine solche gelöst, die einen Innenraum, eine zu kühlende, an den Innenraum angrenzende Heißgaswand, einen Einlaßkanal und einen Auslaßkanal für Kühlfluid aufweist, wobei der Einlaßkanal zur Heißgaswand hin gerichtet ist und sich in Richtung zur Heißgaswand erweitert, und der Auslaßkanal für eine Rückführung des Kühlfluides mit einem Abfuhrkanal verbindbar ist. Einlaßkanal, Auslaßkanal und die geschlossene Heißgaswand bewirken eine vollständige Kühlfluidrückführung, so daß durch eine Kühlung der Hitzeschildkomponente keinerlei Verlust an Kühlfluid auftritt.

Der Einlaßkanal ist vorzugsweise mit einer Abdeckwand, z.B. einem Prallkühlblech, abgedeckt, welche der Heißgaswand benachbart ist und zur Strömungsführung des Kühlfluids Durchlässe aufweist. Eine Erweiterung des Einlaßkanals, die durch eine mit Durchlässen versehene Abdeckwand abgeschlossen ist, bewirkt eine Prallkühlung der Heißgaswand über ihre gesamte Innenoberfläche. Die Hitzeschildkomponente besteht vorzugsweise aus einem warmfesten Material, einem Metall oder einer Metallegierung, die insbesondere hochpräzise gegossen ist (Feinguß).

Eine Verbesserung der Kühlung ist dadurch erreichbar, daß die Heißgaswand an ihrer Innenoberfläche Kühlrippen aufweist. Entlang dieser Kühlrippen strömt das durch die Abdeckplatte an die Heißgaswand gelangte Kühlfluid. Die Kühlrippen können mit der Abdeckplatte, dem Prallkühlblech, verbunden sein.

Dem Einlaßkanal ist vorzugsweise Luft aus einem Verdichter einer Gasturbinenanlage zuführbar. Die durch die Hitzeschildkomponente geführte Luft tritt über den Auslaßkanal vorzugsweise in eine Brennkammer, in einen oder mehrere Brenner
5 und/oder einen Verdichter der Gasturbinenanlage ein.

Bei einer vollständigen Rückführung der Kühlluft aus dem Innenraum der Hitzeschildkomponente heraus fällt eine Mischung von Heißgas und Kühlfluid, insbesondere Kühlluft, weg, so daß
10 in einer Gasturbinenanlage gegebenenfalls eine niedrige Heißgastemperatur einstellbar ist. Dies ist mit einer Reduzierung der Stickoxidbildung verbunden. Durch die geschlossene Kühlluft-
rückführung tritt ebenfalls keine Kantenströmung einer Hitzeschildkomponente auf, so daß in deren Material, dem Metall,
15 eine harmonische Temperaturverteilung mit geringen thermischen Spannungen einstellbar ist.

Die Versorgung der Hitzeschildkomponente mit Kühlluft und die Rückführung der erwärmten Kühlluft zu einem Brenner der Gasturbinenanlage erfolgt vorzugsweise über achsparallele Versorgungs-
20 gangskanäle. Die Kanäle lassen sich in radialer Richtung beliebig erweitern und ihre Querschnitte der erforderlichen Kühlluftmenge anpassen. Alle Hitzeschildkomponenten haben somit im wesentlichen identische Kühlluft-eintrittsbedingungen.
25 Der Strömungsweg zu den Hitzeschildkomponenten bzw. der erwärmten Kühlluft zu dem Brenner ist aufgrund seiner Kürze mit lediglich geringen Druckverlusten behaftet. Die Versorgung der an einer Außenseite einer rotationssymmetrischen heißgasführenden Komponente, insbesondere einer Brennkammer einer
30 Gasturbinenanlage, angeordneten Hitzeschildkomponenten, erfolgt vorzugsweise über die Leitschaufeln der ersten Leitschaufelreihe der Gasturbine. Falls die durch die Leitschaufeln fñhrbare Menge an Kühlluft nicht für eine ausreichende Kühlung der Hitzeschildkomponenten ausreicht, ist es selbst-
35 verständlich möglich, Versorgungskanäle an der heißgasführenden Komponente, insbesondere der Brennkammer, vorbei an deren Außenseite zu führen.

Die Rückführung der erwärmten Kühlluft erfolgt vorzugsweise über separate Abfuhrkanäle, die unmittelbar zu einem Brenner einer Gasturbinenanlage führen. Es ist ebenfalls möglich, den Auslaßkanal der Hitzeschildkomponenten unmittelbar in einen Hauptkanal, in welchem die Verdichterluft dem Brenner zugeführt wird, münden zu lassen. Hierdurch kann die in den Hitzeschildkomponenten aufgenommene Wärme wieder besonders günstig dem Gasturbinenprozeß zugeführt werden.

Die von der Heißgaswand in Richtung der Tragstruktur sich erstreckende Außenwand der Hitzeschildkomponente kann in der Umgebung der Heißgaswand zumindest bereichsweise wellenförmig ausgebildet sein. Hierdurch kann der Übergang der Außenwand von dem mit Heißgas beaufschlagten Bereich hin zu dem der Tragstruktur benachbarten kalten Bereich spannungsmindernd ausgebildet werden. Der Einlaßkanal ist vorzugsweise im Inneren der Hitzeschildkomponente von dem Auslaßkanal umgeben. Er kann sich trichterförmig zu der Abdeckplatte hin erweitern.

Für eine Befestigung an einer Tragstruktur der heißgasführenden Komponente, insbesondere der Brennkammer einer Gasturbinenanlage, weist die Hitzeschildkomponente vorzugsweise ein Befestigungsteil auf, welches den Einlaßkanal und den Auslaßkanal umgibt. Dieses Befestigungsteil hat vorzugsweise einen Fußbereich, welcher parallel zu der Tragstruktur verläuft und dort beispielsweise durch Schrauben befestigt ist.

Die Hitzeschildkomponente hat vorzugsweise eine sich an die Heißgaswand anschließende Außenwand, welche zumindest bereichsweise eine Haltestufe aufweist. An dieser Haltestufe ist eine Befestigungskomponente, beispielsweise mit einem Kopfteil, anordenbar, wobei die Befestigungskomponente mit einer Tragstruktur einer Brennkammer verbindbar ist. Die Befestigungskomponente bewirkt somit eine Halterung der Hitzeschildkomponente an der Tragstruktur und ermöglicht es, daß sich die Hitzeschildkomponente aufgrund der thermischen Bela-

stung ungehindert ausdehnen kann. Die Befestigungskomponente kann eine gekühlte Schraube, welche hochpräzise gegossen ist, sein.

- 5 Die Heißgaswand weist vorzugsweise eine Wandstärke von unter 10 mm auf. Die Wandstärke liegt vorzugsweise in einem Bereich zwischen 3 bis 5 mm, wodurch aufgrund eines kleinen Temperaturunterschiedes zwischen Innen- und Außenoberfläche eine hohe Lastwechselbeständigkeit der Hitzeschildkomponenten erreichbar ist.

- Die auf eine Hitzeschildanordnung zur Auskleidung einer heißgasführenden Komponente, insbesondere einer Brennkammer einer Gasturbinenanlage, gerichtete Aufgabe wird durch eine Hitzeschildanordnung gelöst, die eine Mehrzahl Hitzeschildkomponenten mit Kühlfluidrückführung aufweist. Eine Hitzeschildkomponente hat jeweils eine zu kühlende Heißgaswand, die an ihrer äußeren Oberfläche einem durch die Brennkammer führbaren Heißgas zugewandt ist. Die Hitzeschildkomponente ermöglicht eine geschlossene Führung von Kühlluft ohne Kühlluftverlust, wobei die Kühlluft durch einen Einlaßkanal, der sich hin zu der Heißgaswand erweitert, zuführbar und über einen Auslaßkanal abführbar ist. Dem Einlaßkanal wird Kühlfluid über einen Zufuhrkanal, welcher beispielsweise mit dem Verdichter einer Gasturbinenanlage verbunden ist, zugeführt. Das aus dem Auslaßkanal ausströmende erwärmte Kühlfluid wird einem Abfuhrkanal zugeführt und gelangt von dort in den Brenner einer Gasturbinenanlage. Vorzugsweise ist zumindest ein Zufuhrkanal durch eine Leitschaufel der Gasturbinenanlage geführt.

- Jede Hitzeschildkomponente weist eine dem zur Führung des Heißgases ausgelegten Strömungsbereich mit ihrer äußeren Oberfläche zugewandte Heißgaswand auf, an die über einen Einlaßkanal Kühlfluid nach dem Prinzip der Prallkühlung zuführbar und das an der Heißgaswand abgeprallte Kühlfluid über einen Auslaßkanal wieder aus dieser herausführbar ist. Das in

eine Hitzeschildkomponente hereingeströmte Kühlfluid, insbesondere Luft, gelangt somit vollständig wieder aus dieser heraus und steht somit zur Einspeisung in den thermodynamischen Kreisprozeß in der Gasturbinenanlage zur Verfügung.

5

Die Hitzeschildkomponente weist vorzugsweise an einer Außenwand eine Haltestufe auf, an der eine Befestigungskomponente mit einem Kopfteil anliegt. Die Befestigungskomponente ist über einen mit dem Kopfteil verbundenen Schaftteil an einer
10 Tragstruktur befestigt, wodurch die Hitzeschildkomponente wärmebeweglich an der Tragstruktur angeordnet ist. Der Schaftteil ist vorzugsweise elastisch, beispielsweise über eine Federanordnung, an der Tragstruktur befestigt, so daß eine wärmebewegliche und trotzdem feste Verbindung zwischen
15 der Befestigungskomponente und der Hitzeschildkomponente gegeben ist. Die Befestigungskomponente weist vorzugsweise einen von Kühlfluid durchströmbaren Kühlkanal auf und ist somit ebenfalls hinreichend kühlbar. Der Kühlkanal kann in den Innenraum der heißgasführenden Komponente hin geöffnet sein, so
20 daß in geringen Mengen Kühlfluid in diesen Innenraum einströmt. Selbst in diesem Fall ist der Verlust an Kühlfluid äußerst gering.

Anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels werden ein Hitzeschildelement sowie eine Hitzeschildanordnung näher erläutert. Es zeigen in teilweise schematisierter und nicht maßstäblicher Darstellung:

- FIG 1 eine teilweise in Längsrichtung aufgeschnittene
30 Gasturbinenanlage mit einer Ringbrennkammer,
FIG 2 eine vergrößerte Darstellung der Ringbrennkammer in einem Längsschnitt und
FIG 3 und 4 jeweils einen Längsschnitt durch eine Hitzeschildanordnung der Ringbrennkammer

35

FIG 1 zeigt eine Gasturbinenanlage 10, die teilweise längs aufgeschnitten dargestellt ist. Die Gasturbinenanlage 10 hat

- eine Welle 26 und weist in axialer Richtung hintereinandergeschaltet einen Verdichter 9, eine Ringbrennkammer 11 sowie die Beschaufelung (Leitschaufeln 18, Laufschaufeln 27) auf. In dem Verdichter 9 wird Verbrennungsluft verdichtet und erwärmt, die teilweise als Kühlfluid 4 (s. FIG 2, 3, 4) einer Hitzeschildanordnung 20 zugeführt wird. Die verdichtete Luft wird einer Mehrzahl von Brennern 25 zugeführt, die kreisringförmig um die Ringbrennkammer 11 angeordnet sind. Ein in den Brennern 25 nicht dargestellter mit der Verdichterluft verbrannter Brennstoff bildet in der Brennkammer 11 ein Heißgas 29, welches aus der Brennkammer 11 in die Beschaufelung der Gasturbinenanlage 10 (Leitschaufel 18, Laufschaufel 27) einströmt und damit eine Rotation der Welle 26 hervorruft.
- 15 Die in FIG 2 in vergrößertem Maßstab in einem Längsschnitt dargestellte Brennkammer 11 weist eine Hitzeschildanordnung 20 auf, die aus einer Vielzahl von Hitzeschildkomponenten 1 aufgebaut ist. Die in dem Verdichter 9 komprimierte Verdichterluft wird in einem Zufuhrkanal 12 entlang der Brennkammer 11 zu jeder Hitzeschildkomponente 1 geführt. Ein Teil der Verdichterluft wird als Kühlluft 4 in jede Hitzeschildkomponente 1 eingeführt. Ein Teilstrom der Verdichterluft wird durch die Leitschaufeln 18 der ersten Leitschaufelreihe der Gasturbinenanlage 10 geführt. Die Verdichterluft sowie die in den Hitzeschildkomponenten 1 erwärmte Kühlluft 4 werden einem Brenner 25 zugeführt, in dem nicht dargestellter Brennstoff verbrannt wird. Durch Verbrennung des Brennstoffes in dem Brenner 25 entsteht ein Heißgas 29, welches durch die Brennkammer 11 zu der Leitschaufel 18 strömt. Jede Hitzeschildkomponente 1 wird an einer Heißgaswand 2 mit dem Heißgas 29 beaufschlagt. Das Innere 6 jeder Hitzeschildkomponente 1 wird von der Heißgaswand 2 und einer daran angrenzenden zu dem Zufuhrkanal 12 gerichteten Außenwand 14 begrenzt.
- 35 In FIG 3 ist in einem Längsschnitt ein Ausschnitt durch die Brennkammer 11 im Bereich einer Tragstruktur 17 dargestellt. An der Tragstruktur 17 ist eine Hitzeschildanordnung 20 mit

einer Mehrzahl von Hitzeschildkomponenten 1 angeordnet. Jede Hitzeschildkomponente 1 ist entlang einer Hauptachse 32 gerichtet, die im wesentlichen senkrecht zur Tragstruktur 17 angeordnet ist. Die Hitzeschildkomponente 1 weist eine im wesentlichen parallel zur Tragstruktur 17 verlaufende, dem Heißgas 29 ausgesetzte Heißgaswand 2 auf, die an einen Innenraum 2A angrenzt. Ein entlang der Hauptachse 32 gerichteter Einlaßkanal 3 für Kühlfluid 4 verbreitert sich in Richtung der Heißgaswand 2 in den Innenraum 2A hinein. Er ist mit einer Abdeckwand 7 abgeschlossen, welche Durchlässe 8 zur Durchströmung von Kühlfluid 4 aufweist. Die Abdeckwand 7 ist im wesentlichen parallel zur Heißgaswand 2 gerichtet und erstreckt sich im wesentlichen über deren gesamte Ausdehnung. Das durch die Durchlässe 8 strömende Kühlfluid 4 prallt auf der Innenoberfläche 16 auf und bewirkt dort eine Prallkühlung. Die Heißgaswand 2 weist an der Innenoberfläche 16 Kühlrippen 15 auf, die eine Erhöhung des Wärmeübertrags von der Heißgaswand 2 auf das Kühlfluid 4 bedingen. Von der Innenoberfläche 16 gelangt das erwärmte Kühlfluid 4 durch einen im wesentlichen parallel zur Hauptachse 32 verlaufenden Auslaßkanal 5 aus dem Innenraum 2A der Hitzeschildkomponente 1 heraus. Das zur Kühlung der Hitzeschildkomponente 1 verwendete Kühlfluid 4 gelangt somit vollständig aus der Hitzeschildkomponente 1 wieder heraus. An den Auslaßkanal 5 schließt sich ein Abfuhrkanal 13 an, der beispielsweise als Rohr ausgeführt sein kann und mit der Tragstruktur 17 verschweißt ist. Der Abfuhrkanal 13 führt vorzugsweise zu einem Brenner 25 der Gasturbinenanlage 10. Zufuhrkanal 14 und Abfuhrkanal 13 sind parallel zur Welle 26 gerichtet.

Die Außenwand 14 ist zumindest bereichsweise in einer Umgebung der Heißgaswand 2 wellenförmig ausgeführt, wodurch eine Spannungsminderung zwischen durch das Heißgas 29 aufgeheizten Bereichen und gekühlten Bereichen der Hitzeschildkomponente 1 erreicht ist. Die Außenwand 14 geht in ein Befestigungsteil 19 über, welches zumindest teilweise parallel zu der Tragstruktur 17 gerichtet ist und an diesem parallel gerichteten

Bereich mit der Tragstruktur 17, beispielsweise über nicht dargestellte Schrauben, befestigt ist. Der Zufuhrkanal 12 verjüngt sich im Übergang zu dem Einlaßkanal 3, entsprechend erweitert sich der Abfuhrkanal 13 bei Übergang aus dem Auslaßkanal 5 heraus.

In FIG 4 ist in einem Längsschnitt ein Ausschnitt durch die Brennkammer 11 im Bereich einer Tragstruktur 17 dargestellt. An der Tragstruktur 17 ist eine Hitzeschildanordnung 20 mit einer Mehrzahl von Hitzeschildkomponenten 1 sowie die Hitzeschildkomponenten 1 befestigende Befestigungskomponenten 21, in Form von gekühlten Schrauben, angeordnet. Die Hitzeschildkomponente 1 ist entlang einer Hauptachse 32 gerichtet, die im wesentlichen senkrecht zur Tragstruktur 17 ist. Die Hitzeschildkomponente 1 weist eine im wesentlichen parallel zur Tragstruktur 17 verlaufende, dem Heißgas 29 ausgesetzte Heißgaswand 2 auf, die zumindest bereichsweise einen Innenraum 2A begrenzt. Ein entlang der Hauptachse 32 gerichteter Einlaßkanal 3 für Kühlfluid 4 verbreitert sich in dem Innenraum 2A in Richtung der Heißgaswand 2. Er ist mit einer Abdeckwand 7 abgeschlossen, welche Durchlässe 8 zur Durchströmung von Kühlfluid 4 aufweist. Die Abdeckwand 7 ist im wesentlichen parallel zur Heißgaswand 2 gerichtet und erstreckt sich im wesentlichen über deren gesamte Ausdehnung. Das durch die Durchlässe 8 strömende Kühlfluid 4 prallt auf der Innenoberfläche 16 der Heißgaswand 2 auf und bewirkt dort eine Prallkühlung. Die Heißgaswand 2 weist an der Innenoberfläche 16 Kühlrippen 15 oder ähnliche, den Wärmeübertrag verbessernde Elemente auf, die eine Erhöhung des Wärmeübertrags von der Heißgaswand 2 auf das Kühlfluid 4 bedingen. Von der Innenoberfläche 16 gelangt das erwärmte Kühlfluid 4 durch einen im wesentlichen parallel zur Hauptachse 32 verlaufenden Auslaßkanal 5 aus dem Innenraum 2A der Hitzeschildkomponente 1 heraus. Das zur Kühlung der Hitzeschildkomponente 1 verwendete Kühlfluid 4 gelangt somit vollständig, d.h. ohne Verlust, aus der Hitzeschildkomponente 1 wieder heraus. Der Auslaßkanal 5 ist vorzugsweise konzentrisch ausgeführt. Die Heißgaswand 2 hat eine

Wandstärke zwischen 3 mm bis 5 mm, so daß aufgrund geringer Temperaturunterschiede in ihr die aus den Hitzeschildkomponenten 1 aufgebaute Hitzeschildanordnung 20 eine hohe Lastwechselbeständigkeit aufweist. Die Hitzeschildkomponenten 1 lassen sich aufgrund der einfachen Befestigung auch einzeln von der Brennkammer 11 aus montieren und demontieren. Aufgrund ihrer einfachen Geometrie sind sie ebenfalls einfach zu beschichten. An den Auslaßkanal 5 schließt sich ein Abfuhrkanal 13 an, der beispielsweise als Rohr ausgeführt sein kann und mit der Tragstruktur 17 verschweißt ist. Der Abfuhrkanal 13 führt vorzugsweise zu einem Brenner 25 der Gasturbinenanlage 10. Der Abfuhrkanal 13 kann auch ein gegossener Bestandteil der Tragstruktur 17 sein.

- 15 Zur Befestigung an der Tragstruktur 17 weist die Hitzeschildkomponente 1 an einer im wesentlichen parallel zur Hauptachse 32 verlaufenden Außenwand 14 eine Haltestufe 19A auf. An dieser Haltestufe 19A liegt eine entlang einer Hauptachse 33 gerichtete Befestigungskomponente 21 mit einem Kopfteil 22 an.
- 20 An das Kopfteil 22 schließt sich ein Schaftteil 23 an, welches die Tragstruktur 17 durchdringt und an dieser mit Tellerfedern 31 elastisch befestigt ist. Die Befestigungskomponente 21, welche vorzugsweise als Feinguß hergestellt ist, hat einen Kühlkanal 24, der sich entlang der Hauptachse 33 erstreckt und in die Brennkammer 11 hineinführt. Der Kühlkanal 24 wird aus einem entlang der Tragstruktur 17 verlaufenden Zufuhrkanal 12 mit Kühlfluid 4 gespeist. Das durch die Befestigungskomponente 21 strömende Kühlfluid 4 kühlt diese und bietet somit einen hinreichenden Schutz gegenüber dem
- 30 Heißgas 29.

Die Erfindung zeichnet sich durch eine Hitzeschildkomponente aus, welche vorzugsweise als präzises Gußteil (Feinguß) ausgebildet ist und eine vollständige Rückführung von Kühlfluid gewährt. Im Inneren der Hitzeschildkomponente prallt 35 Kühlfluid auf der gesamten Innenoberfläche einer dem Heißgas ausgesetzten Heißgaswand auf, wodurch diese eine effektive

- Kühlung erfährt. Das erwärmte Kühlfluid, insbesondere Verdichterluft, wird durch einen Auslaßkanal aus der Hitzeschildkomponente herausgeführt und vorzugsweise einem Brenner der Gasturbinenanlage zugeführt. Je nach Ausführung und Befestigung des Hitzeschildelementes erfolgt eine vollständige
- 5 Rückführung von aus der Verdichterluft abgezweigtem Kühlfluid in den Hauptstrom der Verdichterluft zurück. Dies führt zu einer deutlichen Wirkungsgradsteigerung der Gasturbinenanlage.

Patentansprüche

1. Hitzeschildkomponente (1) mit einem Innenraum (2A), der
bereichsweise von einer zu kühlenden Heißgaswand (2) begrenzt
5 ist, mit einem Einlaßkanal (3) zur Einströmung von Kühlfluid
(4) in den Innenraum (2A) und einem Auslaßkanal (5) zur Rück-
führung des Kühlfluides (4) aus dem Innenraum (2A) heraus,
wobei der Einlaßkanal (3) zur Heißgaswand (2) hin gerichtet
ist und sich in Richtung zur Heißgaswand (2) erweitert und
10 der Auslaßkanal (5) für eine Kühlfluidrückführung mit einem
Abfuhrkanal (13) verbindbar ist.
2. Hitzeschildkomponente (1) nach Anspruch 1, in deren Inne-
rem (6) der Auslaßkanal (5) den Einlaßkanal (3) weitgehend
15 umgibt.
3. Hitzeschildkomponente (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei der
der Einlaßkanal (3) mit einer Abdeckwand (7) abgedeckt ist,
welche der Heißgaswand (2) benachbart ist und zur Strömungs-
20 führung des Kühlfluids (4) Durchlässe (8) aufweist.
4. Hitzeschildkomponente (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, die aus einem Metall oder einer Metallegierung
hergestellt, insbesondere gegossen, ist.
- 25 5. Hitzeschildkomponente (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, wobei dem Einlaßkanal (3) Luft (4) aus einem Ver-
dichter (9) und die Luft (4) über den Auslaßkanal (5) der
Brennkammer (11) und/oder dem Verdichter (9) einer Gasturbi-
30 nenanlage (10) zuführbar ist.
6. Hitzeschildkomponente (1) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, mit einer sich an die Heißgaswand (2) anschließen-
den Außenwand (14), welche Außenwand (14) zumindest bereich-
35 weise wellenförmig ausgebildet ist.
7. Hitzeschildkomponente (1) nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, die zur Befestigung an eine Tragstruktur (17) einen Einlaßkanal (2) und den Auslaßkanal (4) umgebendes Befestigungsteil (19) aufweist.

- 5 8. Hitzeschildkomponente (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Heißgaswand (2) an ihrer Innenoberfläche (16) Kühlrippen (15) aufweist.

9. Hitzeschildkomponente (1) nach einem der vorhergehenden
10 Ansprüche, bei der sich der Einlaßkanal (3) trichterförmig erweitert.

10. Hitzeschildkomponente (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Einlaßkanal (3) mit einer Abdeckwand
15 (7) abgedeckt ist, welche der Heißgaswand (2) benachbart ist und zur Strömungsführung des Kühlfluids (4) Durchlässe (8) aufweist.

11. Hitzeschildkomponente (1) nach einem der vorhergehenden
20 Ansprüche, mit einer sich an die Heißgaswand (2) anschließenden Außenwand (14), welche Außenwand (14) zumindest bereichsweise eine Haltestufe (19A) aufweist.

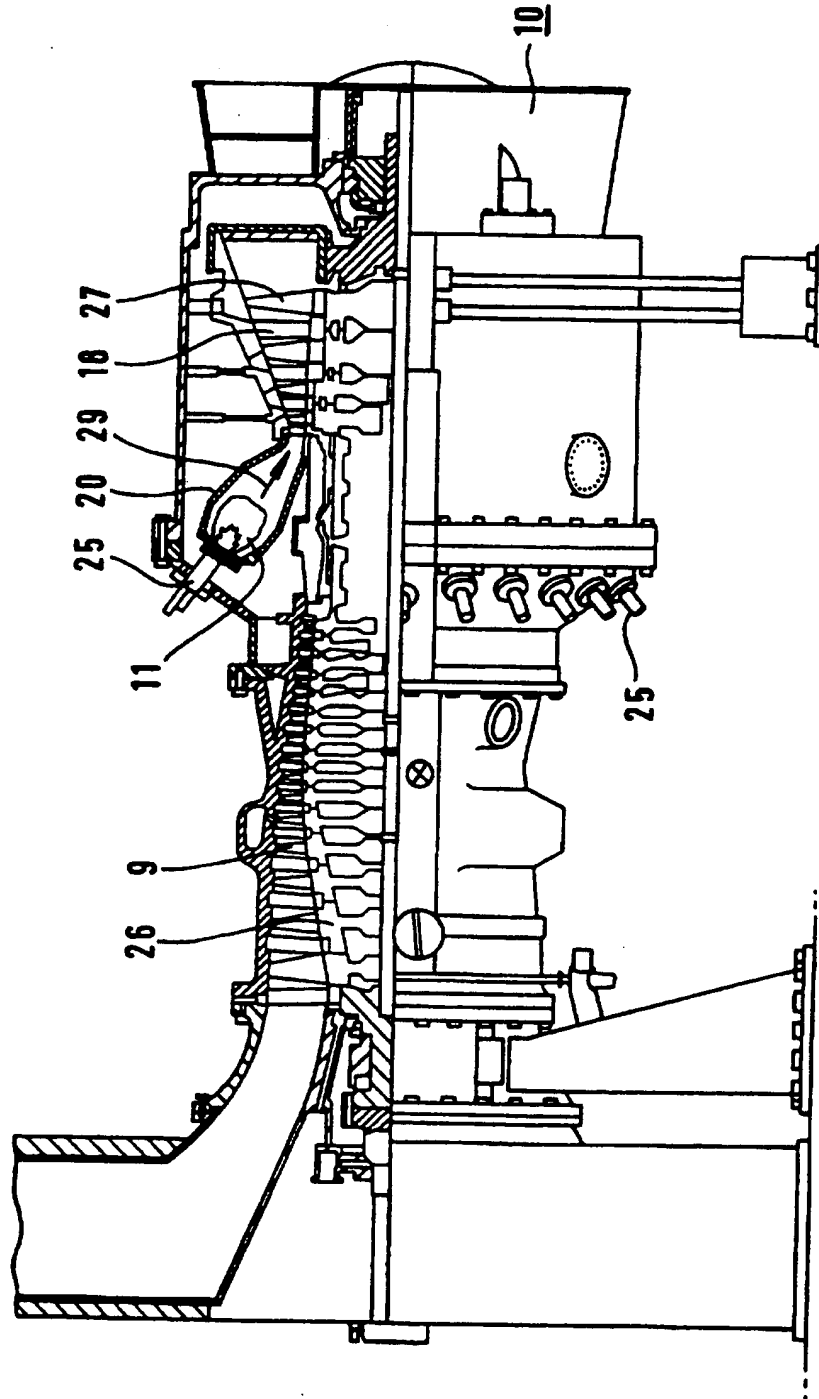
12. Hitzeschildkomponente (1) nach einem der vorhergehenden
25 Ansprüche, bei der die Heißgaswand (2) zumindest bereichsweise eine Wandstärke von unter 10 mm, insbesondere zwischen 3 mm bis 5mm, aufweist.

13. Hitzeschildanordnung (20), die eine heißgasführende Komponente (11), insbesondere eine Brennkammer einer Gasturbinenanlage (10), auskleidet und eine Mehrzahl Hitzeschildkomponenten (1) mit Kühlfluidrückführung aufweist, wobei jede Hitzeschildkomponente (1) jeweils eine der Auskleidung dienende, zu kühlende Heißgaswand (2), einen Einlaßkanal (3) für
30 Kühlfluid (4) und einen Auslaßkanal (5) für das Kühlfluid (4) hat, wobei der Einlaßkanal (3) zur Heißgaswand (2) hin gerichtet ist, sich in Richtung zur Heißgaswand (2) erweitert

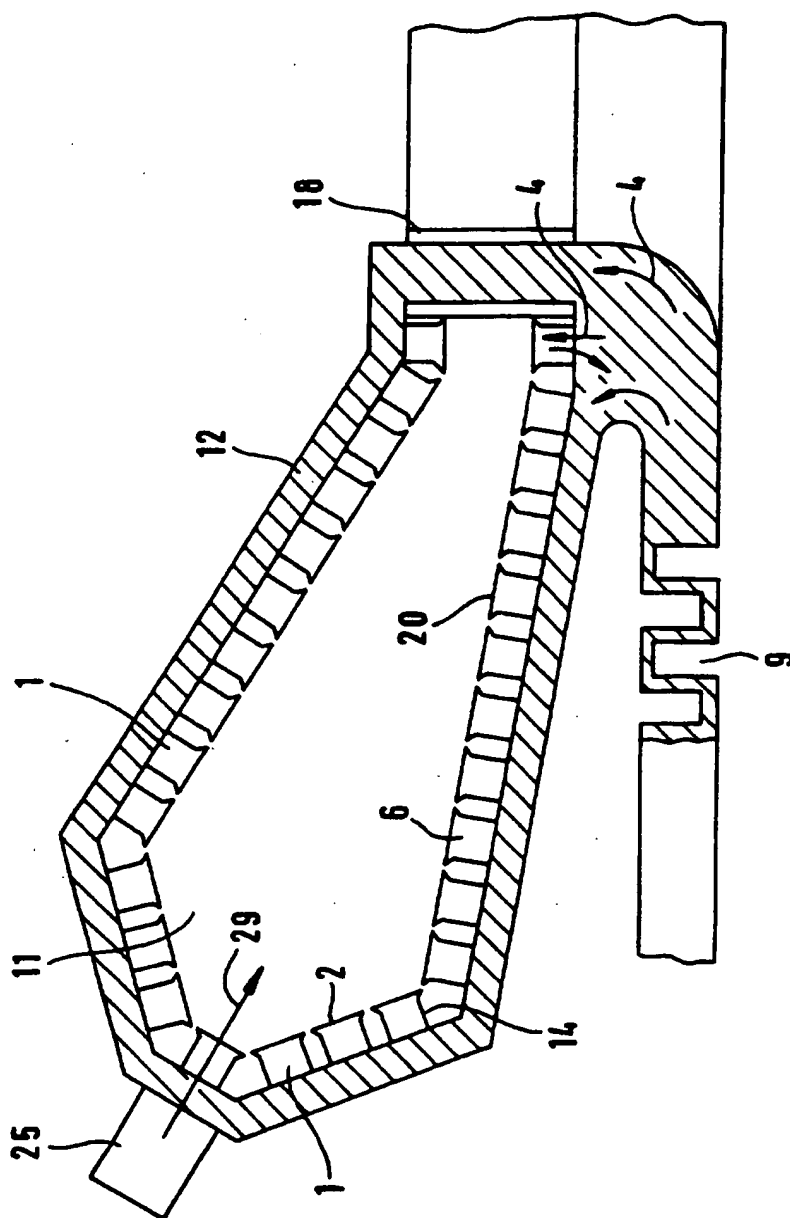
und mit einem Zufuhrkanal (12) zur Zuführung von Kühlfluid (4) verbunden ist sowie der Auslaßkanal (5) zur Abfuhr des Kühlfluids (4) mit einem Abfuhrkanal (13) verbunden ist.

- 5 14. Hitzeschildanordnung (20) nach Anspruch 13, bei der zumindest ein Zufuhrkanal (12) durch eine Leitschaufel (18) der Gasturbinenanlage (10) geführt ist.
- 10 15. Hitzeschildanordnung (20) nach Anspruch 13 oder 14, bei der der Zufuhrkanal (12) und/oder der Abfuhrkanal (13) im wesentlichen senkrecht zu einer Welle (26) einer Gasturbinenanlage (10) gerichtet ist bzw. sind.
- 15 16. Hitzeschildanordnung (20) nach einem der Ansprüche 13 bis 15, bei der jede Hitzeschildkomponente (1) eine Außenwand (14) mit einer Haltestufe (19A) aufweist und zur Befestigung an eine Tragstruktur (17) Befestigungskomponenten (21) mit jeweils einem Kopfteil (22) und einem Schaftteil (23) vorgesehen sind, wobei der Schaftteil (23) jeder Befestigungskomponente (21) an der Tragstruktur (17) befestigt ist, und jeweils der Kopfteil (22) einer Befestigungskomponente (21) die Hitzeschildkomponente (1) haltend an der Haltestufe (19A) aufliegt.
- 20 17. Hitzeschildanordnung (20) nach Anspruch 16, bei der jede Befestigungskomponente (21) kühlbar ist, insbesondere einen von Kühlfluid (4) durchströmbaren Kühlkanal (24) aufweist.
- 25

1/4



2/4



3/4

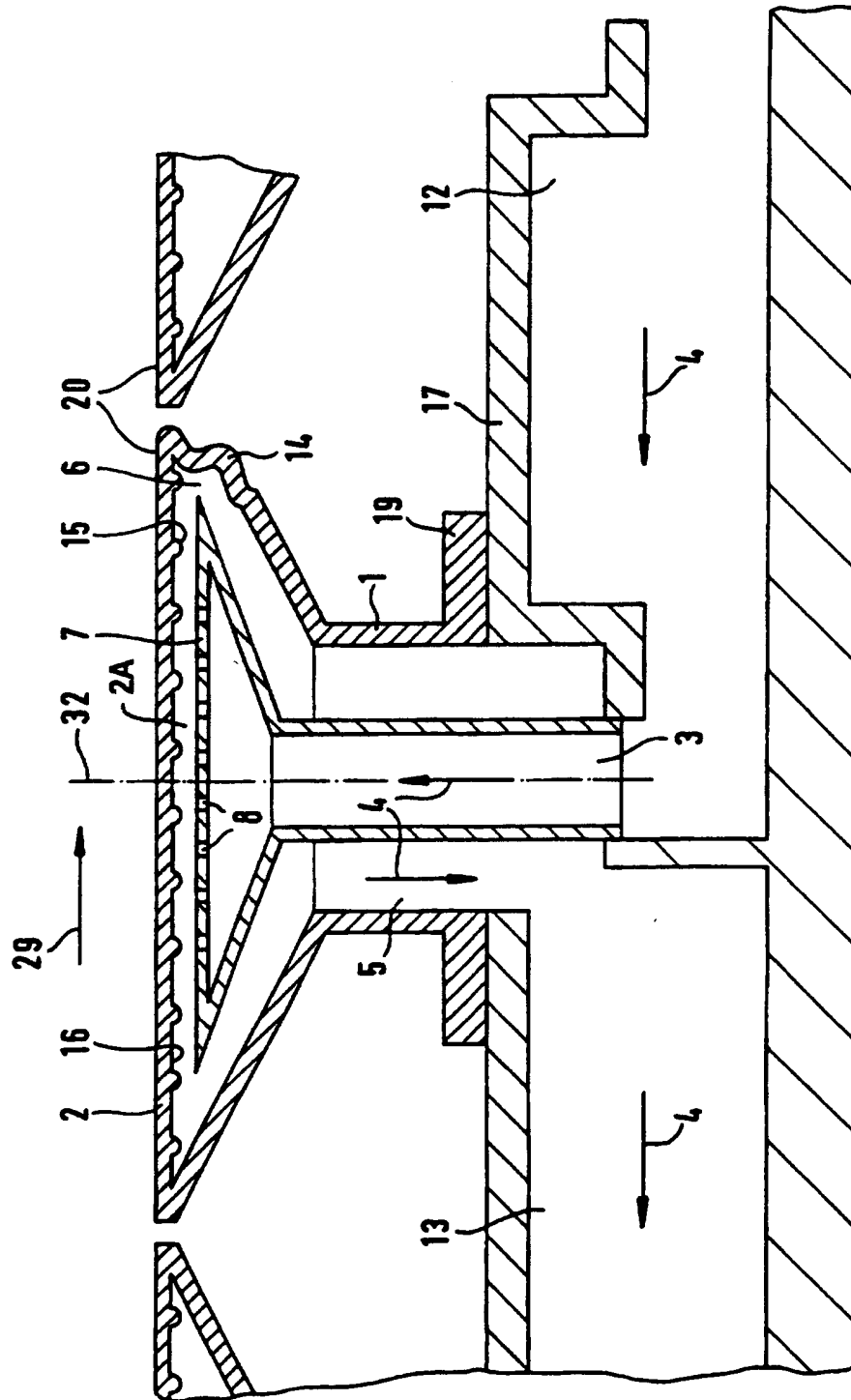


FIG 3

4/4

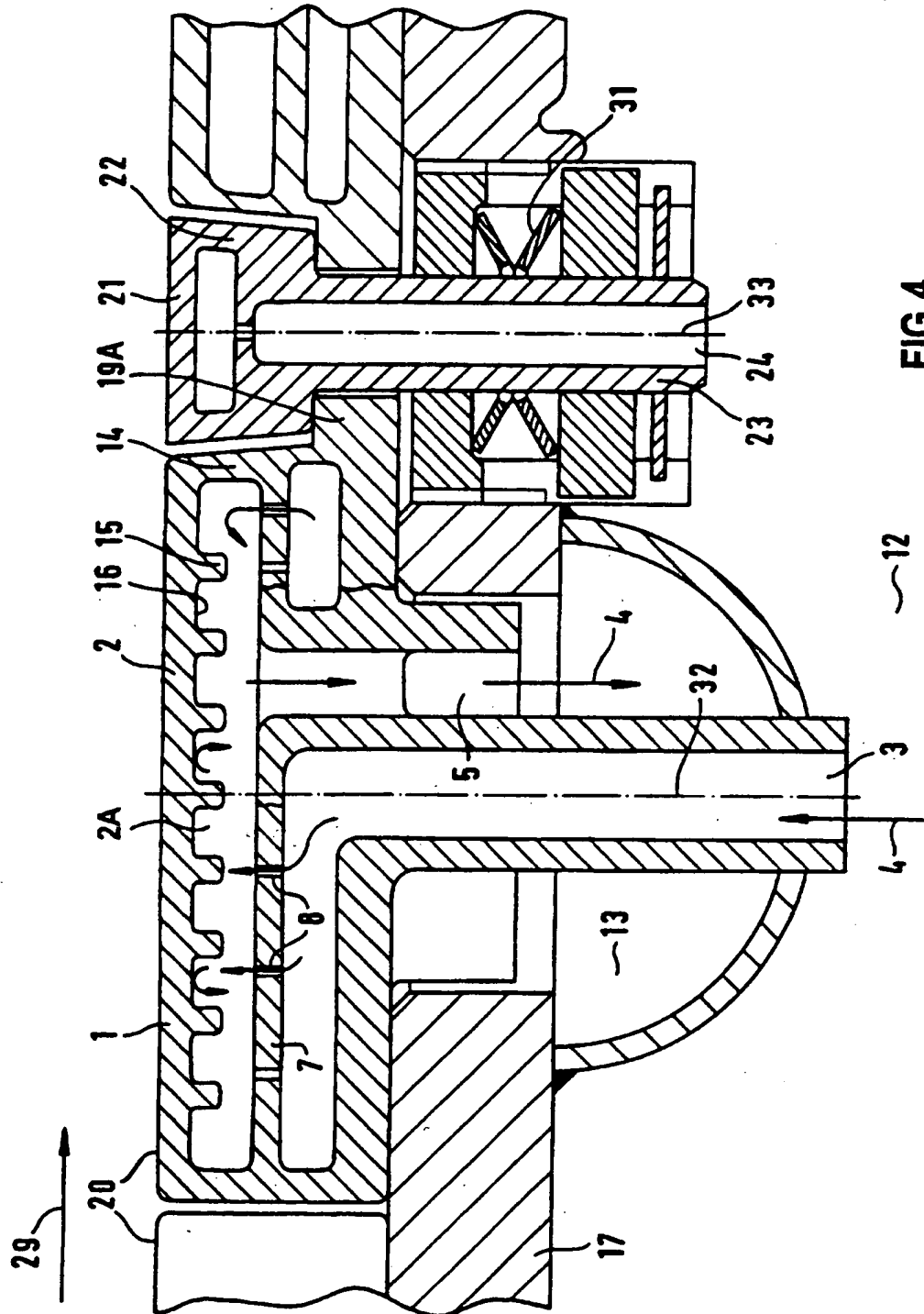


FIG 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. al Application No

PCT/DE 97/02168

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F23R3/00

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F23R F02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB 849 255 A (CERMAK) 21 September 1960 see page 3, line 38 - line 86; figures 1-3 ---	1-13, 15-17
Y	DE 42 44 302 A (ABB RESEARCH LTD) 30 June 1994 see the whole document ---	1-5,9, 10,12, 13,17
Y	EP 0 597 137 A (ASEA BROWN BOVERI) 18 May 1994 see column 6, line 18 - column 7, line 50; figures 2,3 ---	1,4,5,8, 11-13, 15-17
Y	US 4 820 097 A (MAEDA EDWIN V ET AL) 11 April 1989 see the whole document ---	7,11,16, 17 1
A	---	

-/--

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 February 1998

Date of mailing of the international search report

18/02/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Iverus, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interns al Application No

PCT/DE 97/02168

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 20 29 918 A (ROLLS - ROYCE) 23 December 1970 see page 2, paragraph 3 - page 4, paragraph 1	6, 16, 17
A	see page 10, paragraph 2 - page 11, paragraph 1; figures 1-6 ---	1, 13
A	EP 0 624 757 A (GEN ELECTRIC) 17 November 1994 see the whole document -----	1, 3-5, 10-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/02168

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 849255 A		NONE	
DE 4244302 A	30-06-94	JP 6294330 A US 5467815 A	21-10-94 21-11-95
EP 0597137 A	18-05-94	DE 59208713 D JP 6213458 A	21-08-97 02-08-94
US 4820097 A	11-04-89	NONE	
DE 2029918 A	23-12-70	FR 2052809 A GB 1283953 A SE 359888 B US 3666251 A	09-04-71 02-08-72 10-09-73 30-05-72
EP 0624757 A	17-11-94	US 5363654 A DE 69406975 D JP 2634769 B JP 7049041 A	15-11-94 08-01-98 30-07-97 21-02-95

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktenzeichen

PCT/DE 97/02168

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 F23R3/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 F23R F02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	GB 849 255 A (CERMAK) 21. September 1960 siehe Seite 3, Zeile 38 - Zeile 86; Abbildungen 1-3 ---	1-13, 15-17
Y	DE 42 44 302 A (ABB RESEARCH LTD) 30. Juni 1994 siehe das ganze Dokument ---	1-5, 9, 10, 12, 13, 17
Y	EP 0 597 137 A (ASEA BROWN BOVERI) 18. Mai 1994 siehe Spalte 6, Zeile 18 - Spalte 7, Zeile 50; Abbildungen 2,3 --- -/--	1, 4, 5, 8, 11-13, 15-17

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Februar 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/02/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Iverus, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktenzeichen

PCT/DE 97/02168

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 820 097 A (MAEDA EDWIN V ET AL) 11.April 1989	7,11,16, 17
A	siehe das ganze Dokument ---	1
Y	DE 20 29 918 A (ROLLS - ROYCE) 23.Dezember 1970	6,16,17
	siehe Seite 2, Absatz 3 - Seite 4, Absatz 1	
A	siehe Seite 10, Absatz 2 - Seite 11, Absatz 1; Abbildungen 1-6 ---	1,13
A	EP 0 624 757 A (GEN ELECTRIC) 17.November 1994	1,3-5, 10-13
	siehe das ganze Dokument -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern: ales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02168

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 849255 A		KEINE	
DE 4244302 A	30-06-94	JP 6294330 A US 5467815 A	21-10-94 21-11-95
EP 0597137 A	18-05-94	DE 59208713 D JP 6213458 A	21-08-97 02-08-94
US 4820097 A	11-04-89	KEINE	
DE 2029918 A	23-12-70	FR 2052809 A GB 1283953 A SE 359888 B US 3666251 A	09-04-71 02-08-72 10-09-73 30-05-72
EP 0624757 A	17-11-94	US 5363654 A DE 69406975 D JP 2634769 B JP 7049041 A	15-11-94 08-01-98 30-07-97 21-02-95

this Page Blank (uspto)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)